Serie 2ª Aprile 1890 Vol. IX

RIVISTA DI FILOSOFIA SCIENTIFICA

Teorie scientifiche — Scienze fisico-matematiche
Biologia, Psicologia e Antropologia — Scienze sociali
Storia generale della cultura

FONDATA E DIRETTA DAL

Prof. ENRICO MORSELLI

Direttore della Clinica delle malattie mentali nella R. Università di Genova

Redattore: **Dott. EUGENIO TANZI**

DIREZIONE della « Rivista »: **Genova**, via Assarotti, n. 25.

SOMMARIO

FRATELLI DUMOLARD
EDITORI
AMMINISTRAZIONE DELLA "RIVISTA"
Milano — Corso Vittorio Emanuele, n. 21 — Milano

LXXVI

LA MATEMATICA

nella sintesi delle Scienze (*)

Non può recar meraviglia che la Matematica sia come una chiave d'oro che apre la porta di tutte le scienze, ove si consideri che non vi è scienza senza ragionamento logico, e non vi sono leggi di pura logica che non siano al tempo stesso leggi matematiche. Per convincersene basta ricordare le tre leggi fondamentali di identità, di contraddizione e di esclusione, alle quali è stata ridotta tutta la logica pura; basta constatare il fatto che nei migliori fra gli odierni trattati di logica il numero tende a prendere una parte sempre più importante (1). Ma, se la logica si limita a dare la teoria astratta delle leggi del pensiero, la Matematica fa opera assai più utile insegnando la pratica del ragionamento. Quella potrà bastare per impedire ad un giurista, ad un magistrato, ad un medico di sbagliare nelle sue deduzioni; ma altro è impedire di sbagliare, altro è insegnare a scoprire il vero. Per la prima parte basta il sillogismo, per la seconda occorre l'esercizio pratico della logica, e a preferenza di ogni altro quell'esercizio rigorosamente metodico che, formatosi nel campo delle matematiche, si svolgerà poi spontaneamente nel campo così teorico che pratico di qualsiasi altra scienza, e darà spesso il filo d'Arianna nel labirinto delle questioni più intricate.

Forse, però, non si deve a queste o consimili considerazioni di ordine puramente razionale, se fino dai tempi più antichi le matematiche occuparono il primo posto fra le scienze, se esse furono il pernio dell'antica scuola italica di filosofia fondata da Pitagora nella città di Crotone cinque secoli avanti l'èra volgare. La scienza dei numeri ebbe allora ed avrà sempre la sua migliore raccomandazione dalla natura stessa del mondo sensibile. La scuola italica ebbe il merito di intuire la natura essenzialmente numerica di tutto l'universo; e questo merito fu tanto maggiore, quanto minori e quasi insignificanti erano i mezzi che si potevano avere per iscoprire e dimostrare rigorosamente le leggi numeriche dei fenomeni della natura. La relazione scoperta fra l'altezza del suono musicale e la lunghezza della corda vibrante fece intravedere la natura numerica della musica, la quale entrò così a far parte integrante dell'insegnamento, così detto, del *quadrivio*, unitamente all'aritmetica, geometria ed astronomia. Convinto della verità che non vi è

(*) Dal Discorso inaugurale letto nella R. Università di Napoli per l'anno scolastico 1889-90.

(1) In filosofia si va oggi predicando il ritorno a Kant, e in Kant noi già troviamo la riduzione della logica a tre leggi fondamentali. (Kant, *Logique, trad. par* Tissot. Paris 1862, p. 73-74).

realtà senza numero, Pitagora fondava su questo insegnamento non solamente la sua filosofia, ma tutta una scuola di educazione morale e civile. Nè ciò recherà meraviglia se si consideri che per questa scuola la matematica non era soltanto la scienza del numero astratto, ma piuttosto l'interprete del numero reale vivente che agita ritmicamente la natura e ne mantiene al tempo stesso l'armonia e l'unità. E appunto la scoperta di questa unità della natura fu il vanto principale della scuola matematico-filosofica di Pitagora (1). Ma il grande concetto del maestro fu presto frainteso dagli scolari, e per oltre due secoli andò sempre più annebbiandosi e degenerando in una specie di dommatismo fantastico e superstizioso, rispetto al quale la nascente filosofia platonica poteva apparire come la luce che disperde le tenebre. Luce però di pura logica, che illuminando gli orizzonti più lontani dalla realtà, valse bensì a circondare di splendore la filosofia greca, ma si allontanò sempre più dall'indirizzo della scuola italica, nè valse gran fatto a diradare le tenebre che avvolgono il mistero della natura.

Fra la scuola di Platone che nasceva, e la scuola di Pitagora trasformata ormai definitivamente in una setta politico-religiosa, vediamo questa ultima brillare ancora di un ultimo guizzo di luce in quell'Archita di Taranto che Orazio chiama: « *mensorem et terraemarisnumeroque carentis arenae* » (2) con frase felicissima che ci dipinge in modo maestro la sublimità della scienza dell'infinito e dell'infinitesimo. Ma in Archita ritroviamo soltanto il puro matematico e l'uomo politico. Amico di Platone, trasfuse forse in Platone quel culto delle scienze matematiche che fece scrivere a quest'ultimo sulla porta della sua scuola in Atene: « *non entri qui chi non sa di geometria* » (3). Ma non gli trasmise il concetto fondamentale di Pitagora, matematico e filosofico ad un tempo, quel concetto della realtà numerica della natura, che forse egli stesso aveva ormai perduto di vista.

Fra i meriti matematico-filosofici di Platone primeggia quello di aver messo in chiara luce il metodo capitalissimo usato fino al giorno d'oggi da tutti i matematici per la ricerca della verità, quel metodo che Teone chiamò *analitico*, e così dovrebbe logicamente chiamarsi se l'uso invalso nella tecnica matematica non avesse fatto della parola *analisi* un sinonimo di *al-*

(1) Aristotele, parlando dei pitagorici, dice chiaramente che essi vedono nei numeri così la materia come le proprietà delle cose. La formola pitagorica ridotta al suo significato genuino e intesa al lume dell'odierno progresso scientifico ha trovato ai nostri giorni un valido sostenitore nel prof. Enrico Caporali di Todi, che già da diversi anni la va svolgendo con grande erudizione e profondità di vedute nella sua rivista: *La Nuova Scienza*. Noi non possiamo dividere tutte le opinioni propugnate in quella rivista. Ci sembra però innegabile l'importanza di alcune idee fondamentali, specialmente per quanto riguarda la chiara distinzione fra numero reale e numero concettuale, come apparirà in qualche altro punto di questo discorso. (Cfr. Nota a pag. 241).

(2) *Carmina*, Ode XVIII del 1° libro.

(3) Ed esagerando gli fece dire: non essere degno di chiamarsi uomo chi non sa che il lato di un quadrato è incommensurabile colla sua diagonale. Questa esagerazione del grande filosofo antico non è però così incomprensibile come l'esagerazione opposta del moderno poeta Lamartine che scriveva: *L'enseignement mathématique fait l'homme machine et dégrade la pensée. L'âme d'un peuple n'est pas ce chiffre muet et mort à l'aide duquel il compte des quantités et mesure des étendues: la toise et le compas en font autant.*

goritmia, uso deplorevole che, per ragione di antitesi, ha portato con sè una confusione poco dissimile fra metodo sintetico e metodo geometrico; come se nel campo algoritmico delle matematiche si facesse soltanto dell'analisi e nel campo geometrico soltanto della sintesi! Ma se la scienza dell'esattezza è stata così poco esatta nella scelta dei suoi vocaboli, ciò non toglie che il metodo *analitico* definito da Platone ed il reciproco metodo *sintetico* non costituiscano nel loro insieme il vero processo logico proprio di qualunque scienza, in quanto essa sia *esatta*.

E dico di qualunque scienza, perchè, se la matematica è la scienza esatta per eccellenza, non segue di qui che si debba dare alle altre scienze l'epiteto poco lusinghiero di non esatte. Perchè la vita quotidiana di tutte le scienze si svolge, non meno di quella delle matematiche, mediante il continuo processo alternativo di analisi e di sintesi nell'ordine logico, se non sempre nell'ordine materiale. Così il chimico, dopo aver decomposto una sostanza nei suoi elementi, cerca tosto di confermare l'esattezza della sua analisi industriandosi a ricostruire la sostanza esaminata mediante la sintesi delle sue parti. Così il fisiologo, all'analisi fatta dal ferro anatomico, fa seguire nella sua mente la sintesi dell'organo anatomizzato, e ne ritrova la funzione. Per non parlare di quella cognizione soggettiva che ogni individuo si forma del proprio essere e del mondo esteriore, che è pure il risultato di un continuo lavorìo di analisi e di sintesi. Il succedersi non interrotto di sensazioni ci obbliga, infatti, ad una continua analisi per la quale impariamo a distinguere il nostro *io* dal *non-io*, cioè dal mondo esteriore. Di questa analisi si fa poi una sintesi che ci avvia alla conoscenza dei fatti che ci si appalesano.

Se mi fosse lecito servirmi di un paragone, direi che l'analisi e la sintesi si alternano continuamente nell'economia giornaliera della ricerca scientifica, come nell'economia della circolazione del sangue si alternano continuamente i due movimenti di sistole e di diastole del cuore. Dimodochè, se l'una eccede troppo a scapito dell'altra, noi vediamo la scienza proseguire penosamente o arrestarsi del tutto, perchè affetta da quel male che si chiama eccessivo sminuzzamento o eccessiva specializzazione dello scibile, ovvero dal male opposto che si chiama sintesi vaporosa o prematura.

La sintesi ha in tutte le scienze un carattere razionale che l'assomiglia alla sintesi matematica. Essa però si appoggia, almeno in tutte le scienze della natura, ai risultati dell'analisi, i quali non si ottengono, come in matematica, per via puramente razionale, ma bensì col sussidio dell'esperienza che non può mai dare l'assoluta certezza matematica, anche senza tener conto delle mille sorgenti di errore che intralciano il lavoro del più abile sperimentatore. Per molto tempo si credette che la scissione plasmo-dieresica delle cellule degli animali avvenisse in modo ben distinto dal modo di scindersi delle cellule vegetali: ma questo fatto fu poi revocato in dubbio. E così, variando il risultato dell'analisi, variò necessariamente anche la sintesi e dovette sempre più riconoscersi l'affinità del regno vegetale e del regno animale. Purtroppo il cammino laborioso della scienza è sempre seminato di errori! Ma anche gli errori hanno il loro utile, perchè, se dalla verità non

si può dedurre l'errore, accade invece bene spesso, per non dir sempre, di pervenire alla verità passando per un tramite più o meno lungo di errori. Di tutte le scienze naturali, della stessa filosofia, ed anzi di questa più che di ogni altra scienza, può ben dirsi che la loro storia è in gran parte la storia dei loro errori! Ma gli errori, siano essi originati dalla fallacia dell'esperienza ovvero dalla poca solidità delle ipotesi, presto o tardi si appalesano e vengono ripudiati; e intanto resta sempre qualcosa di vero: restano i risultati dell'esperienza, resta il procedimento logico che ha servito a scoprire l'errore e rappresenta la parte esatta, la parte matematica di ogni scienza.

Come non vi è scienza che non abbia la sua parte di esattezza, così non vi è scienza che non abbia già qualche rapporto colle matematiche. Questo rapporto si stabilisce in modo diretto tutte le volte che le singole scienze si trovano costrette ad occuparsi di *ordine* o di *misura*. E questo bisogno nascerà sempre, poichè è certo che in ogni scienza l'ordine e la misura finiscono per entrare in iscena come elemento indispensabile al suo sviluppo rigoroso. Noi vediamo ogni giorno gli strumenti di precisione invadere sempre più il campo delle stesse scienze fisiologiche o biologiche, e spuntare, più o meno timidamente, sul terreno stesso della psicologia. E appunto da questa maggiore o minore ingerenza dell'elemento matematico nelle singole scienze siamo soliti giudicare del maggiore o minore grado di rigore del loro sviluppo.

Così la scienza del numero cerca di compiere rispetto alle altre scienze il suo secondo ufficio, quello, cioè, di renderle esatte, mettendone in evidenza gli elementi numerici che rendono possibili i confronti più delicati e danno così alla sintesi un sicuro punto d'appoggio; a quella sintesi che feconda i risultati delle osservazioni, delle esperienze, e rintracciandone e fissandone i legami ne fa scaturire la scienza. Ogni scienza in sè stessa considerata tende poi ad una sintesi generale, che al valore assoluto ed intrinseco delle singole sintesi parziali sostituisce il valore relativo delle une per rispetto alle altre; sintesi preziosa che, raggruppando intorno a pochi punti capitali il tesoro di cognizioni accumulatesi durante secoli di lavorìo scientifico, ne rende possibile la conservazione e la storia, al tempo stesso che ne rende accessibile l'intelligenza sintetica alle nuove generazioni.

La scienza matematica ha dato forse in quest'ordine d'idee gli esempi più luminosi. Il concetto fondamentale di Descartes di applicare l'algoritmo algebrico alla geometria, trasformando lo spazio geometrico in un campo numerico, ha condotto ad una splendida sintesi dell'algebra e della geometria, in virtù della quale tutte le scoperte che si sono fatte e si faranno in geometria si possono anche fare col solo sussidio dell'algebra. Nè di minore importanza per la sintesi matematica, è stata la grande scoperta del calcolo infinitesimale che ha portato l'esattezza ed il metodo anche nello studio dell'infinito e dell'infinitesimo. La quadratura della parabola, uno dei maggiori titoli di gloria del genio di Archimede, la quadratura della cicloide, che affaticò il mondo matematico del seicento, si trattano oggi in poche parole

coll'applicazione dei principii generali del nuovo calcolo. Come ultimo esempio ricorderemo la recentissima geometria di posizione che, rifiutando il soccorso dell'algebra, è riuscita a sintetizzare tutte le antiche proprietà della geometria del cerchio, facendone altrettanti casi speciali della geometria delle coniche (1).

Ma non tratteniamoci più oltre sull'esame di quanto ha fatto la scienza matematica per sintetizzare se stessa e ritorniamo alla questione principale, del posto che le spetta nella sintesi filosofica di tutte le scienze. Che è quanto dire il posto che le spetta nella grande e vera filosofia, in quella filosofia così conforme allo spirito del nostro secolo, che tenendosi egualmente lontana da Scilla e da Cariddi, voglio dire dai due eccessi opposti dell'empirismo e del puro razionalismo, naviga da buon pilota nel mare della natura pur orientandosi di quando in quando nel cielo stellato della speculazione.

La ricerca puramente empirica non può produrre vera scienza, tanto meno poi una filosofia scientifica; come d'altra parte la ricerca puramente razionale, obliterando completamente la natura, si culla invano nell'illusione di poter fondare una filosofia *a priori* dalla quale dedurre poi tutte le scienze. La filosofia non può definirsi come l'ultima fase dell'evoluzione scientifica, e nemmeno come la sua origine. Il suo stesso nome, quale le venne dato dal fondatore della scuola italica, esclude ogni pretensione troppo assoluta. Chiamandola amica del sapere viene ad identificare il suo svolgimento collo svolgimento complessivo del sapere umano; non la pone quindi nè alla testa delle scienze, nè dopo le scienze: bensì ci dice che procedendo di pari passo colle scienze, essa ha l'alto incarico di farne la grande sintesi; incarico difficile, è vero, ma non inattuabile di sua natura come quello del puro razionalismo.

Sappiamo che alla grande sintesi dello scibile umano si oppone la distinzione fra scienze positive e scienze speculative, distinzione che apre fra le une e le altre un abisso poco dissimile da quello che divide il mondo fisico dal mondo metafisico. Questa distinzione ci rappresenta forse l'ultima fase dello scisma apertosi da oltre due secoli fra la filosofia e le scienze naturali, scisma importantissimo nella storia delle matematiche non meno che in quella della filosofia. Nel mentre, infatti, che il Rinascimento italiano cominciava a portare i suoi frutti anche nel campo delle scienze della natura, e proprio quando il Galilei, riaffermando la tradizione dell'antica scuola italica, insegnava a fondare la filosofia della natura sull'osservazione accurata dei fenomeni e sull'esperimento, vediamo di là dalle Alpi il grande matematico e filosofo Descartes applicarsi con sforzi giganteschi a decifrare lo stesso libro della natura, ma con indirizzo del tutto opposto, con indirizzo tutto metafisico. Invero egli era solito paragonare la scienza ad un albero di cui la metafisica era la radice e la fisica il tronco, con tre grandi ramificazioni che rappresentavano la meccanica, la medicina e la morale. In una parte

(1) Per tacere del valore sintetico del principio di dualità, delle trasformazioni, delle superficie Riemanniane, ecc. ecc.

[Veggasi : Enrico D'Ovidio, *Sulle origini e sullo sviluppo della Matematica pura.* « Rivista di Fil. scient. », gennaio 1890] (E. M.).

soltanto fu simile al Galilei, cioè nel servirsi delle matematiche come di strumento principale di tutte le sue ricerche. Ma quelle stesse matematiche, che rivolte dal Galilei ad interpretare la natura, gli resero possibile di gettare le fondamenta della dinamica moderna, non ottennero eguali trionfi nelle mani del Descartes, che pure ebbe forse una coltura matematica ancor più vasta. Il Descartes, infatti, svolgendo fino alle ultime conseguenze le ipotesi metafisiche da lui fatte sulla costituzione intima della materia, fu condotto dal calcolo matematico ad enunciare le leggi del sistema dell'universo in modo erroneo e contrario ai fatti, come più tardi risultò dalle scoperte di Kepler e di Newton.

Se però Descartes non trascurò del tutto l'esperienza e soltanto si limitò a metterla in seconda linea come incerta dando la preferenza ai principii metafisici, il Cartesianesimo oltrepassò ben presto i limiti segnati dal caposcuola, e, da una parte esagerando l'indirizzo metafisico e dall'altra mettendo del tutto in non cale o disprezzando l'esperienza, si allontanò completamente dalla scuola del Rinascimento italiano e consacrò definitivamente lo scisma fra la filosofia e le scienze naturali. Quello scisma che, se ebbe la sua più larga e sincera manifestazione in Germania da Leibnitz fino ad Hegel e agli ultimi filosofi idealisti, andò però al tempo stesso sempre più estendendo i suoi perniciosi effetti anche fra i popoli latini. Perchè il predominio del principio matematico, così utile nel campo della filosofia a base sperimentale, altrettanto riesce pericoloso nel campo puramente metafisico, tendendo per la sua stessa natura ad elevare la necessità matematica a legge generale di determinazione dei fenomeni dell'universo, così nell'ordine fisico come nell'ordine morale, e sopprimendo in quest'ultimo ogni libertà. Ed infatti il Cartesianesimo non tardò ad ordinarsi in un vero e proprio sistema di fatalismo.

Ma, oltre ai seguaci del cartesianesimo, contribuirono, e non poco, allo scisma di cui parliamo quei filosofi metafisici che negarono la realtà del tempo e dello spazio. Anche qui troviamo alla testa di tutti un grande matematico, quello stesso Leibnitz che disputò a Newton la scoperta del calcolo infinitesimale. E di nuovo assistiamo allo spettacolo delle scienze matematiche applicate alla filosofia della natura in due modi affatto opposti. Da una parte Leibnitz che dà allo spazio, al tempo ed al moto il valore di semplici apparenze, prive cioè di qualsiasi realtà oggettiva; dall'altra Newton che nella realtà dello spazio, del tempo e del moto scopre la grande legge dell'attrazione universale. In Leibnitz abbiamo il metafisico sublime, ma in Newton riconosciamo il vero filosofo della natura che fa progredire la scienza. Non si può negare la realtà dello spazio senza togliere alla scienza il suo primo punto d'appoggio nel mondo oggettivo, senza negare alle verità della scienza il loro carattere oggettivo, cioè il loro valore assoluto indipendente dal vario modo di concepire colla mente umana. Eppure, il soggettivismo di Leibnitz fu adottato più tardi dal Kant e da questi trasmesso in Germania a quella illustre schiera di filosofi che gli successero nel campo della speculazione e dell'idealismo. Veramente fra i più moderni di questi, l'Hegel, l'idealista assoluto, non negò la realtà obbiettiva dello spazio, ma la spiegò in modo del tutto inaccettabile alle scienze positive.

Se da Kant in poi vediamo la scuola speculativa e idealista allontanarsi sempre più dalla realtà della natura, è però giustizia riconoscere che il Kant fu, quant'altri mai, convinto dell'importanza somma delle matematiche nella sintesi delle scienze, delle matematiche da lui ferventemente coltivate nei suoi anni giovanili. Basterà ricordare che il Kant definì l'uffizio delle matematiche nella filosofia dicendo che esse formano, per così dire, un ponte fra la metafisica e la fisica. Questa definizione, nel mentre che da una parte ci dà l'espressione più efficace dell'uffizio eminentemente sintetico delle matematiche, d'altra parte ci dà chiaramente a vedere che anche nel Kant era ben radicato il concetto della costituzione essenzialmente numerica della natura universale. Del resto, non è da farsi meraviglia che si possa giungere a questo concetto pur restando nel campo della pura metafisica, ove si rifletta che il sapere considerato nel campo della pura metafisica è di natura essenzialmente logica e quindi essenzialmente numerica, e che è poi principio generale di ogni metafisica di ritenere la perfetta equivalenza del sapere assoluto e dell'ente assoluto. Anche la metafisica si trova dunque d'accordo coll'esperienza nel riconoscere la natura numerica di ogni realtà. Epperò la grande divisione delle scienze in positive e speculative non può ritenersi come assoluta; perchè almeno sul terreno matematico le une e le altre s'incontrano e si completano reciprocamente.

Invero, le matematiche non possono applicarsi nè direttamente, nè subito in qualsiasi ramo dello scibile. La loro applicazione, perchè non riesca illusoria, non può farsi che con immense cautele, dopo una lunga, completa e matura preparazione sperimentale. Ci volle una preparazione preliminare più che secolare, prima che il calcolo potesse applicarsi con sicurezza all'una o all'altra delle questioni della fisica che già sono rientrate nel dominio delle matematiche. Tutti sanno quanto tempo sia trascorso prima che il calcolo potesse pronunziarsi a favore della teoria della propagazione della luce sotto forma di vibrazione dell'etere cosmico, condannando irremissibilmente l'antica teoria dell'emissione, benchè propugnata dallo stesso genio Newton e forte di tutta la sua autorità! Tutti sanno quante esperienze delicatissime sono state necessarie prima che il calcolo si potesse pronunziare sulla natura delle vibrazioni luminose, che sarebbero vibrazioni trasversali, cioè perpendicolari alla direzione secondo cui si propagano, a differenza delle vibrazioni che producono il suono, che sono vibrazioni longitudinali, cioè si compiono nel senso stesso della loro propagazione.

Non è difficile farsi una chiara idea del modo col quale la matematica è solita procedere nella sintesi delle scienze fisiche. Appenachè l'esperienza abbia ben accertate le leggi principali di un dato ordine di fenomeni, la matematica ne ricerca gli elementi numerici atti a mettere in evidenza il nesso logico che lega l'una e l'altra legge, e si sforza così di ridurre tutte le varie leggi a conseguenze logiche di pochi principii fondamentali (1). Tutti

(1) Secondo E. Kant le leggi fondamentali della fisica pura sarebbero cinque, cioè Inerzia della materia — Indipendenza delle forze — Principio di azione e reazione — Conservazione della materia — Conservazione delle forze.

conoscono quelle esperienze di fisica mediante le quali si prova la legge di Coulomb sull'attrazione e ripulsione dell'elettricità positiva e negativa. Tutti conoscono per le esperienze vedute la legge elettrostatica, secondo cui l'elettricità nei corpi conduttori, come i metalli, si raccoglie tutta alla superficie. Ma soltanto il fisico-matematico è in grado di riconoscere il nesso logico di queste leggi e di dimostrare che la seconda legge non è che una conseguenza logica della prima; nesso logico importantissimo, che subordina la seconda legge alla prima e dà al tempo stesso una riconferma preziosa dell'esattezza di entrambe.

Nè questi servigi che la matematica rende alla fisica restano senza ricompensa; chè appunto nella estesa e sempre crescente applicazione che le teorie matematiche trovano nel campo della natura si è sempre attinto l'incitamento maggiore a sempre più accrescerne il tesoro, affinando, per così dire, sempre più l'algoritmo matematico sulla còte dell'esperienza (1).

Se molto progresso si è fatto nella sintesi matematica della fisica, se l'unità delle forze fisiche vien messa ogni giorno in più chiara luce, se vi è grande probabilità di poter estendere presto questa sintesi anche nel campo delle forze chimiche, lo stesso non può dirsi finora delle scienze biologiche, cioè delle scienze naturali per quanto si riferisce all'organismo ed alla vita, così nel regno vegetale come nel regno animale. Molto meno poi delle scienze psicologiche e sociali, la cui filosofia s'intreccia necessariamente con quella delle scienze biologiche. L'uffizio della matematica rispetto a queste scienze è di grande importanza nella parte analitica, nelle misure di precisione; ma sarebbe forse cosa alquanto prematura voler fondare sul calcolo matematico la loro sintesi generale.

Tutti sappiamo quanta distanza divida la natura inorganica dalla natura organizzata, la natura morta dalla natura vivente. Sappiamo che se, grazie ai cresciuti progressi della fisica e della chimica, è spesso cosa facile il passare dagli atomi a quei composti di atomi che chiamiamo molecole, o dalle molecole ai cristalli, altrettanto misterioso è il passaggio dalla molecola fisica al più semplice elemento organico, alla cellula. Invero la chimica si trova alla soglia della natura organizzata, al vestibolo delle scienze biologiche, ma è impotente ad oltrepassarlo. La chimica fa l'analisi della materia organizzata come fa quella della materia inorganica. La decompone nei suoi elementi chimici e poi tenta ricostruirla mediante la sintesi, ma nella sintesi manca l'organizzazione. Può essere che la chimica e la fisica, perfezionandosi sempre più, riescano a trasformare il carbone in diamante: ma nessuno ancora si aspetta che gli sforzi uniti dell'una e dell'altra possano giungere a costruire una sola cellula organica.

Se diamo uno sguardo alle scienze biologiche, noi restiamo colpiti dalla

(1) Per citare soltanto due esempi, ricordiamo che le origini della teoria degli sviluppi in serie di Fourier si confondono quasi con quelle della fisica matematica di cui essa è uno degli strumenti più importanti. Ricordiamo che la teoria delle funzioni ellittiche ha trovato una splendida applicazione nell'integrazione delle equazioni del movimento d'inerzia di un corpo rigido intorno ad un punto fisso.

grande varietà dei sistemi filosofici che se ne disputano il dominio, e molto più dal fatto che le diverse scuole trovano qui, assai più che nella pura fisica, la difficoltà di intendersi e sintetizzare i loro risultati. La vita animale si esplica mediante l'esercizio delle funzioni fisiologiche, ed ogni funzione fisiologica si compie, generalmente parlando, mediante organi speciali ben determinati. Ma se la precedenza biologica debba darsi all'organo ovvero alla funzione è questione ancora discussa. Secondo alcuni la funzione visiva forma l'occhio, secondo altri l'occhio farebbe la funzione visiva. E non manca chi sostiene che il *prima* e il *poi* fra organo e funzione coincidono in un sol atto. Non v'è quasi opinione che non trovi una scuola a cui appoggiarsi. Noi vediamo infatti la filosofia zoologica agitarsi fra i due estremi opposti. Da una parte l'antico Cuvierismo colle specie fisse ed immutabili, accusato di non essere altro che un gran catalogo; dall'altra il monismo Haeckeliano, che pretende raggiungere l'unità di origine delle specie mediante il così detto *meccanismo selettivo*, elevando così a dignità di principio generale una delle varie leggi che accompagnano e determinano le trasformazioni zoologiche. E fra l'uno e l'altro estremo vediamo una ricca gradazione di scuole intermedie. Abbiamo veduto financo lo stesso idealismo assoluto di Hegel applicato alla filosofia zoologica e all'ordinamento dei tipi e delle specie animali (1). Vediamo la trasformazione zoologica intesa in senso funzionale o addirittura ideale, ovvero in senso puramente meccanico e materiale.

Sarebbe estraneo al nostro argomento e troppo superiore alle mie forze il fare, anche soltanto di fuggita, una critica comparativa delle varie scuole. Probabilmente, come spesso accade, si troverebbe che in tutti questi sistemi vi è un po' di vero e un po' di falso. Ciò che a noi più importa di osservare si è che in fondo di tutti questi sistemi si può rintracciare l'elemento matematico. Certamente, non dobbiamo pretendere di trovare qui i diversi sistemi esprimibili con formole come in fisica ed in chimica; bensì dobbiamo andare in traccia dell'elemento matematico, ricercandolo e ravvisandolo sotto l'una o l'altra delle due forme che esso riveste nella filosofia della natura, quella, cioè, di pura logica e quella di necessità meccanica. Queste due forme s'incontrano necessariamente così nell'uno come nell'altro dei due eccessi opposti della filosofia biologica; tanto nell'idealismo assoluto per cui il processo del mondo non è che sviluppo logico, come nell'assoluto materialismo in cui tutto avviene per legge causale di necessità meccanica.

Del resto, assai più che dall'esame, dal confronto dei diversi sistemi filosofici, noi possiamo attingere la convinzione dell'essenza numerica della natura organizzata dalla stessa osservazione, dalla stessa esperienza, come già per la natura puramente fisica. Chè anzi nel mutuo consenso di tutta quanta la natura organica si rende ancor più manifesta la tendenza generale a ricavare dall'uno il molteplice, e sintetizzare poi il molteplice in un'unità di

(1) In Italia ne abbiamo un esempio nell'opera del De Meis, sui *Tipi Animali*. — Siccome ci porterebbe troppo in lungo il citare anche soltanto le principali opere che si sono scritte in materia di filosofia zoologica, rimandiamo a tale oggetto alla estesa bibliografia data dal Siciliani in fine della sua opera: *La critica nella filosofia zoologica del secolo XIX* (Napoli, Ed. Morano, 1876).

ordine sempre più elevato ed armonico. E tanto più vediamo crescere questa tendenza all'armonia numerica, quanto più ci eleviamo nella scala degli esseri, dai primi germi della sensazione e della coscienza fino agli ultimi frutti della vita intellettiva e morale. Noi incontriamo primieramente il numero come elemento essenziale di ogni sensazione; giacchè, se esso è più manifesto nel senso musicale, esiste però in tutti i sensi, perchè in tutti i sensi si potrebbero distinguere le ottave, cioè i raddoppiamenti delle vibrazioni nell'unità di tempo. Lo troviamo nell'unità di coscienza, la quale si differenzia bensì nel contrasto col mondo esteriore, ma resta sempre una, come il raggio di luce bianca che rifrangendosi nel prisma si dipinge dei vivaci colori dell'iride. Lo troviamo nella conoscenza, perchè le leggi della logica sono leggi numeriche; e lo troviamo nella stessa morale, perchè la morale della natura è tendenza ad armonia ed unità.

Non si può negare che, a prima vista, rechi sorpresa il vedere come s'incontra così necessariamente il numero, direi quasi sovrano, anche nei fenomeni biologici e psicologici più che mai ribelli a lasciarsi tradurre in formole matematiche. Questa sorpresa ha probabilmente la sua origine in una momentanea confusione fra due cose ben distinte: fra il numero astratto, che è la base delle scienze matematiche le quali possono bensì interpretare la natura ma non possono produrla, ed il numero reale ed attivo insito alla natura e, direi quasi, identico alla natura stessa (1).

Questo concetto di realtà numerica ha in sè qualche cosa di misterioso che non si può spiegare ma non si può neanche negare, come non si può spiegare la natura intima delle cose, ma non si può negarne la realtà da chi non sia completamente scettico. Dato anche e non concesso che la realtà numerica della natura abbia soltanto il valore di un'ipotesi, certo è però che quest'ipotesi ha in sè quanto basta per esonerare la filosofia da molte altre ipotesi non meno misteriose, che non hanno come questa il vantaggio di essere confermate ad ogni passo dall'esperienza. Invero, la preesistenza di un numero e di un calcolo reale al calcolo concettuale ed astratto si manifesta specialmente, per quanto riguarda la natura vivente, nel campo del così detto istinto. Ciò che si opera per semplice istinto si opera senza raziocinio, e quindi senza il menomo intervento di calcolo astratto, perchè non è possibile astrarre senza riflettere. Intanto noi vediamo ogni giorno gli animali inferiori calcolare talvolta col semplice istinto più rapidamente

(1) Ci sembra difficile poter ammettere, come alcuni vorrebbero, che il concetto di numero astratto sia prodotto puramente e semplicemente dall'esperienza, cioè dalla percezione di due o più oggetti fra loro uguali; poichè non esistono nella realtà cose veramente uguali. Ammesso anche che due cose appariscano perfettamente identiche nella forma, nel colore ed in tutte le qualità intrinseche, vi sarà però sempre la diversità che proviene dal diverso luogo che esse occupano; e se noi osserviamo una stessa cosa in due tempi diversi, vi sarà la diversità del tempo. Il numero concettuale non è dunque una semplice astrazione dell'esperienza; quest'ultima è bensì necessaria per la formazione del concetto astratto di numero, ma non è per sè sola sufficiente a fornire tutto il contenuto. Esso è piuttosto l'astrazione di qualche cosa di reale che preesiste ad ogni esperienza; in una parola è l'astrazione della realtà numerica della natura.

e con maggiore sicurezza di quanto potrebbe farsi dall'uomo con tutto il sussidio del calcolo astratto. Vediamo l'istinto calcolare con pieno successo la larghezza di un burrone da valicarsi, le condizioni di stabilità di un nido od altra costruzione analoga, la forma perfettamente esagonale delle cellette di un alveare, per non citare gli altri innumerevoli e ben noti esempi. La geometria e la meccanica esistono in natura molto prima che l'uomo le ricostruisca sotto forma di scienza astratta.

Concludiamo che, se la sintesi delle scienze biologiche non può ancora trovare un valido aiuto nel calcolo matematico, ciò dipende più dall'insufficienza dei dati sperimentali e dall'immensa complicazione dei fenomeni biologici, che non dalla natura stessa di questi fenomeni i quali hanno un fondo essenzialmente numerico come i fenomeni fisici e chimici. Se poi consideriamo che le scienze biologiche sono come il punto di partenza della psicologia, facilmente ci persuaderemo che il numero non può essere completamente escluso neanche dalle scienze psicologiche, e per conseguenza nemmeno dalle scienze morali, sociali e politiche.

Non sarebbe però farsi troppa illusione il voler vedere nell'uso di qualche psicometro, di qualche strumento atto a misurare la rapidità del pensiero, o simili, quasi un preludio di un'invasione non lontana dell'elemento esatto e matematico anche nel campo delle scienze psicologiche e sociali? o addirittura un dominio assoluto, quale soltanto potrebbero vagheggiarlo quei filosofi deterministi per i quali tutto avviene per effetto di logica necessità o di causalità meccanica, così nel mondo psichico e morale come nel fisico?

Non si può negare che la contemplazione della natura inferiore, nel cui processo non vi è nulla di indeterminato, perchè tutto è determinato da leggi matematiche e meccaniche, porta facilmente all'intuizione di un universo in cui tutto si svolge con leggi fatalmente determinate così nel grande come nel piccolo, così nelle variazioni secolari che si verificano nel mondo solare e stellare come nelle piccole variazioni dello stato fisico, psichico e morale di qualsiasi individuo e nelle sue azioni anche più insignificanti. È certo però che chi volesse applicare il determinismo matematico all'uomo, alla sua civiltà ed alla sua storia, si troverebbe nell'impossibilità di spiegare la grande irregolarità nei fatti del viver sociale, dove la storia degli stati e degli individui ha sempre qualcosa di nuovo da registrare, a differenza della natura inferiore dove tutto è monotonia e regolarità. Si dirà forse che anche la natura inferiore, organica ed inorganica, attraverso le migliaia di secoli che dividono le varie epoche geologiche, ha subìto una lenta evoluzione, che molti credono poter spiegare come l'effetto di puro meccanismo fisico. Ma come non riconoscere che l'evoluzione della natura superiore, specialmente l'evoluzione della civiltà umana, ha un carattere ideale di cui nel puro meccanismo fisico non si potrebbe trovar traccia?

Qui è il nodo della questione; ma i due capi del filo si perdono nel mistero che avvolge questo nuovo principio della natura, questo principio evolutivo che si manifesta così nella trasformazione di tutto l'universo fisico-morale considerato attraverso i secoli, come nell'evoluzione più rapida del singolo individuo umano. Qui si affaccia più che mai insistente ed ine-

vitabile una domanda che, in fondo, è antica quanto la filosofia: se, cioè, in questa evoluzione vi sia o non vi sia qualche cosa di indeterminato; se vi è soltanto un'evoluzione fatale o se vi sia anche un'evoluzione libera, e quale sia in questo caso il significato preciso da darsi alla parola libertà.

La questione è ardua e il solo toccarla ci atterrisce, perchè d'un subito ci richiama alla mente l'innumerevole falange di volumi che si son scritti in proposito, volumi che han servito piuttosto a tenerla viva e attizzarla sempre più, anzichè a risolverla in modo definitivo. E noi certamente non ci faremo qui a risolverla; ma neanche abbandoneremo il campo completamente. Perchè, se la questione è difficile in se stessa, lo è molto meno, ed anzi direi quasi che mi sembra abbastanza facile per la parte che riguarda il nostro argomento: cioè per quanto riguarda l'avvenire che è riservato alla matematica nella sintesi delle scienze psicologiche, morali e sociali. Perchè poco importa al nostro argomento di sapere se nel processo della natura superiore vi sia o pur no qualche cosa di indeterminato. A noi basta sapere se nel processo della natura superiore vi è o non vi è qualche cosa di indeterminabile. E l'indeterminabile certamente vi è, se vi è l'*inconoscibile*. Ora, se è giusto di ammettere che la natura superiore non si può isolare completamente dall'*assoluto*, credo però che ben pochi si cullino nella speranza che il sapere umano, per quanto possa estendersi, possa mai giungere a comprendere l'assoluto. Se è vero che alcuni illustri hegeliani hanno dichiarato che anche l'assoluto è conoscibile, è anche vero che il famoso *conosci te stesso* degli antichi è sempre restato un pio desiderio. E tale resterà finchè saremo costretti, o per convinzione o per necessità, a distinguere nella natura due ordini di fenomeni: un ordine inferiore, indipendente dall'elemento psichico, o dal quale l'elemento psichico si è, per così dire, ritirato abbandonandolo a se stesso dopo averlo prodotto; e un ordine superiore nel quale figura come elemento essenziale il coefficiente psicologico. Semplifichiamo dunque la questione. Manteniamo fermo il concetto che nella natura inferiore, dove tutto è meccanismo incosciente, non vi è nulla che sia essenzialmente indeterminabile, ma soltanto vi può essere un'indeterminabilità relativa allo stato più o meno avanzato delle nostre cognizioni attuali. Quanto poi alla natura superiore, si conceda pure che vi sia qualche cosa di assolutamente indeterminabile a cui sarebbe opera vana l'applicare direttamente il calcolo matematico. Con ciò non si viene punto ad escludere le matematiche dalla sintesi delle scienze psicologiche e sociali. Perchè se è vero che non si può determinare ciò che è per sua natura inconoscibile, è anche vero che spesso è possibile eliminare dalle questioni gli elementi inconoscibili e giungere così a determinare quegli elementi che si possono conoscere. E in ciò le matematiche furono sempre maestre. Eliminazione e determinazione sono appunto i due momenti principali del calcolo matematico!

Qual'è dunque l'uffizio delle matematiche di fronte all'indeterminabile, che si affaccia inesorabilmente nel campo della natura superiore? La risposta è semplice. L'indeterminabile non si attacca nella sua fortezza, ma si circoscrive

e si elimina. Stuart Mill disse che l'applicazione del calcolo alle decisioni giudiziarie è lo scandalo delle matematiche; lo scandalo però non fu delle matematiche, bensì di coloro che vollero applicare il calcolo della probabilità matematica nel seno stesso dell'interminabile.

Che il calcolo matematico si possa applicare con utilità alle scienze morali, sociali e politiche, lo provano le statistiche col loro sviluppo sempre crescente. Le statistiche saviamente organizzate rendono nelle scienze della natura superiore un servizio analogo a quello che l'osservazione sperimentale rende nel campo delle scienze fisiche e biologiche. I dati statistici sono la base indispensabile al calcolo matematico per sceverare ciò che avviene per necessità ineluttabile di natura già organizzata definitivamente da ciò che si deve invece attribuire all'ignoto principio evolutivo. E così, circoscrivendo sempre più l'indeterminabile, si può giungere financo a stabilire qualche legge derivante da questo stesso ignoto principio, quand'anche non si possa dominare il principio in se stesso.

Non dimentichiamo però che le leggi dei fatti sociali non possono mai avere lo stesso valore assoluto delle leggi che riflettono i fatti puramente biologici, come ad esempio, le leggi dell'influenza climatica sul propagarsi di tale o tal'altra malattia trovate col calcolo statistico. È ben vero che applicando il calcolo statistico colle debite cautele ad un numero grandissimo d'individui, si può ritenere che gli errori provenienti dal libero arbitrio dei singoli individui si compensino in modo da non influire sul risultato della statistica (1). In questo modo però non si fa che sostituire all'osservazione di un singolo individuo l'osservazione di un nuovo individuo più complesso, di un ceto, di un popolo. Le induzioni che si faranno avranno per conseguenza un semplice valore di probabilità. Non si potrà predire con piena sicurezza l'avvenire sociale di quest'individuo complesso, come non si può predire con certezza l'avvenire morale di una persona dalla perfetta conoscenza del suo carattere, delle sue abitudini e del suo passato. L'indeterminabile non si può eliminare in modo assoluto!

Mi sia permesso ora di conchiudere, riassumendo in poche parole i concetti fondamentali che hanno informato il mio discorso, perchè troppo mi dorrebbe se, per effetto della mia poca abilità, fossi riuscito soltanto a renderli men chiari.

Ho cercato di dimostrare l'importanza delle matematiche nella sintesi delle scienze, invocando in aiuto della mia tesi da una parte l'indole numerica della pura logica, dall'altra l'essenza numerica della natura universale; perchè mi sembrava che di qui risultasse facilmente la loro importanza nel campo della filosofia speculativa non meno che in quello della filosofia naturale. Voltaire diceva che quando due persone parlano fra loro e non si capiscono, fanno della metafisica (2). Io credo che i metafisici antichi e mo-

---

(1) Cfr. Drobisch: *La statistica morale, ed il libero arbitrio* (Trad. it. Roma, 1881).

(2) Avendo riportato questo motteggio di Voltaire, ci sia permesso aggiungere un'osservazione di Kant a proposito della metafisica: « *Il règne maintenant une telle indifférence*

derni non avrebbero avuto questo rimprovero se avessero fatto maggior tesoro degli elementi numerici delle cose e delle loro ragioni, seguendo le tradizioni dell'antica filosofia italica.

Se però è vero che alcuni illustri pensatori italiani hanno preferito mietere i loro allori nei campi del platonismo e del puro idealismo, è anche vero che le tradizioni della scuola italica si sono continuate senza interruzione, attraverso il mondo romano e la scolastica medioevale, insino ai nostri giorni. Abbiamo già notato come Galilei trovasse nella sintesi matematica l'accordo fra la teoria e l'esperienza. Basterebbe ricordare Leonardo da Vinci per provare come la scuola italiana ha saputo anche armonizzare la scienza coll'arte (1). E per quanto riguarda le scienze sociali e politiche, ci basterà ricordare il sommo Vico, il filosofo della storia, che potrebbe anche chiamarsi il filosofo dell'avvenire. Ed infatti la strada da lui aperta è quella stessa nella quale si avanzano animosamente quegli illustri giuristi italiani, che hanno riconosciuto la necessità di lasciare le ipotesi puramente astratte e ritemprarsi nello studio profondo dei fatti sociali. E noi dobbiamo notare ciò con compiacenza, perchè lo studio della realtà come fondamento di tutte le scienze è stata sempre la nota caratteristica della scuola italiana, il maggior vanto della filosofia scientifica nazionale!

Napoli, novembre 1889.

Prof. ALFREDO CAPELLI.

---

pour cette science, qu'on semble se faire honneur de parler avec mépris des recherches métaphysiques comme des vaines subtilités. Et cependant la métaphysique est la véritable philosophie, la philosophie proprement dite » (KANT, 1. c. pag. 40).

(1) Non intendiamo con ciò di disconoscere i meriti di precedenza di LEONARDO nell'aver anche fatto rilevare l'importanza del metodo sperimentale nelle scienze.

[Sul punto qui trattato dal prof. CAPELLI, fu già scritto nello stesso senso dal Direttore di questa « Rivista », tanto nell'articolo *La filosofia monistica in Italia*, Anno 1886, volume VI, pag. 1, quanto nel discorso su *Giordano Bruno*, Torino-Roma, 1888]. (E. M.).

Recentissime Pubblicazioni.

TOSCANI O. — ***Tunisi.*** — Vol. di 300 pagine riccamente illustrato. .

TOGA RASA (*Saragat G.*). — ***Mondo birbone.*** — Vol. di pag. 350. .

PALMA DI CESNOLA A. — ***Catalogo di manoscritti italiani e stenti nel museo britannico di Londra*** . . . .

BERSEZIO VITTORIO. — ***Trent'anni di vita italiana — Il reg di Vittorio Emanuele*** — Libro 5°, vol. di pag. 470 . . . . .

MARCO C. — ***Breve storia e descrizione della locomotiva.*** — Volu di oltre 100 pagine con 40 incisioni nel testo. . . . .

MAZZATINTI G. — ***Epistolario di Vittorio Alfieri.*** — Volume di pagine . . . .

CASTELLI M. A. — ***Carteggio politico,*** edito a cura di Luigi Chia deputato al Parlamento. Un vol. in-8° di pag. 570 . . . .

MICHELA M. — ***L'avvenire dei possedimenti italiani in Africa*** Volume di pagine 150 . . . .

PLEBANO A., deputato al Parlamento. — ***I possedimenti italiani Africa.*** — Impressioni e note di viaggio. — Opuscolo di pag. 80 .

HIRSCH I. — ***Il ducato di Benevento fino alla caduta del reg longobardo.*** — Contributo alla storia dell'Italia meridionale nel me evo. — Traduzione di M. Schipa . . . .

Imminenti Pubblicazioni.

GUERRAZZI F. D. — ***Epistolario,*** raccolto ed annotato dall'onor. Fi Martini.

MINGHETTI M. — ***Miei ricordi.*** — Volume III.

CASTELLI M. A. — ***Carteggio politico,*** pubblicato dall'on. Luigi C Volume II.

COSTA DI BEAUREGARD. — ***Epilogue d'un regne.*** — Milan, Oporto. — ***Les dernier années du roi Charles-Albert.***

Biblioteca del Cittadino Italiano.

LESSONA C. — ***La legge nel diritto positivo*** . . . .

GIRIODI L. MASSIMO. — ***Il reato e la pena secondo il nuovo Coc penale italiano.*** . . . .

LESSONA C. — ***I libri di commercio nelle leggi italiane*** . . .

Di imminente pubblicazione.

MASÉ-DARI E. — ***Lo sciopero nella economia e nella legge.***

LESSONA C. — ***Il re.***

La Libreria editrice G. CHIESA e F. GUIN

MILANO, Galleria Vittorio Emanuele

ha pubblicato in questi giorni

COSCIENZE ONESTE

Romanzo di Ugo Valcarenghi.

III° volume della serie: « I Retori », di cui il I° e II° volume sono: . *sioni di Andrea* e *Fumo e Cenere*, due romanzi già pubblicati.